

## PRODUKTIVITAS PERHUTANAN KLON JATI UNGGUL PADA BEBERAPA JARAK TANAM

Daryono Prehaten\*, Mohammad Na'iem, Suryo Hardiwinoto

Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada

Jl. Agro No 1, Bulaksumur Yogyakarta, 55281

\*Email: [dprehaten@ugm.ac.id](mailto:dprehaten@ugm.ac.id)

### ABSTRAK

Kayu jati sampai saat ini tetap menjadi primadona masyarakat. Kayu jati banyak dihasilkan dari hutan jati di Pulau Jawa. Hutan jati di pulau jawa telah dikelola sejak jaman penjajahan. Dalam pengelolaan hutan jati, masyarakat sekitar hutan selalu dilibatkan. Pelibatan masyarakat dalam beberapa tahapan pengelolaan mulai dari persiapan lahan, penanaman, pemeliharaan sampai dengan pemanenan. Masyarakat yang tergabung dalam LMDH (Lembaga Masyarakat Desa Hutan), dilibatkan dalam program pengelolaan hutan bernama PHBM (Pengelolaan Hutan Bersama Masyarakat). Salah satu pelibatan masyarakat adalah dengan memberikan kesempatan untuk memanfaatkan ruang-ruang di sela-sela tanaman hutan untuk ditanami tanaman pertanian. Sementara itu penelitian bidang pemuliaan pohon jati oleh Fakultas Kehutanan UGM, bekerjasama dengan perum Perhutani beberapa tahun lalu telah mendapatkan beberapa klon unggul jati yang mempunyai sifat sangat unggul dari kecepatan pertumbuhan tinggi dan diameter, kelurusan dan silindrisitas batang serta ketinggian batang bebas cabang. Klon unggul tersebut telah ditanam secara massif di Jawa Timur, Jawa Tengah dan Jawa Barat dengan jarak tanam 3m x 3m. Kecepatan pertumbuhan klon unggul menyebabkan ruang yang tersedia bagi masyarakat menjadi cepat terokupasi oleh tajuk jati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produktivitas jati dengan beberapa jarak tanam dengan harapan dapat memberikan gambaran kecepatan naungan tajuk jati dan jarak tanam yang memberikan waktu yang lebih lama untuk dapat dimanfaatkan oleh masyarakat. Metode yang dilakukan adalah dengan melakukan pengamatan pada plot penelitian pada 3 lokasi yaitu Ngawi, Cepu dan Randublatung. Plot penelitian telah dibangun pada tahun 2011 (umur jati 6 tahun) dengan jarak tanam 3m x 3m (1.111 pohon/ha), 6m x 2m (833 pohon/ha), 8m x 2m (625 pohon/ha), dan 10m x 2m (500 pohon/ha). Penelitian dilakukan dengan melakukan pengukuran tinggi, diameter dan batang bebas cabang. Tinggi diukur menggunakan Hagameter, diameter diukur pada setinggi dada (1,3m), batang bebas cabang diukur mulai adanya cabang permanen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada tren yang nyata untuk diameter jati yaitu diameter berkorelasi positif dengan jarak tanam, semakin lebar jarak tanam maka diameter jati semakin besar. Korelasi negatif terdapat pada karakter tinggi bebas cabang (TBBC) dimana semakin semakin dekat jarak tanam maka semakin tinggi TBBC nya. Diameter tajuk juga berkorelasi positif dengan jarak tanam, semakin lebar jarak tanam maka diameter tajuk semakin lebar. Sedangkan pada karakter tinggi pohon jati tidak ada tren yang nyata, meskipun kecenderungannya adalah semakin rapat jarak tanam maka pohon jati semakin tinggi.

**Kata kunci:** Produktivitas, perhutanan klon, jati unggul, jarak tanam

### PENDAHULUAN

Jati (*Tectona grandis* L.f) merupakan suatu jenis tanaman yang cukup mendominasi hutan tanaman di Pulau Jawa. Pengembangan tanaman jati di wilayah Perum Perhutani telah mencapai luas lebih dari 1 juta ha (Na'iem, 2009). Jati juga merupakan salah satu tanaman yang mampu memberikan kontribusi nyata dalam menyediakan bahan baku kayu. Kelebihan jati tidak hanya terletak pada kualitas kayu yang bagus dan bernilai ekonomis sangat tinggi, tetapi juga karena sifat-sifat silvikulturnya yang secara umum telah dikuasai sehingga peluang penelitian dan pengembangannya dapat dengan mudah dilakukan (Faridah dan Widiyatno, 2011).

Jati tidak memerlukan syarat tanah yang istimewa sebagai tempat tumbuhnya, oleh karena itu jati tidak terikat kepada suatu jenis tanah tertentu. Di Indonesia jati tumbuh di tanah datar dan berbukit rendah dengan ketinggian 700 m dpl, di atas 700 m dpl sudah jarang ditemui, sedangkan di India tumbuh pada ketinggian 1.300 m dpl, dan di Myanmar pada 1.000 m dpl (Hardjodarsono, 1984). Suhu rata-rata tahunan yang optimal untuk pertumbuhan jati berkisar antara 22 - 27°C. Di daerah dengan ketinggian di atas 600 m dari permukaan laut, jati tidak dapat berkembang dengan baik karena dengan rata-rata suhu tahunan lebih rendah, daerah tersebut akan lebih didominasi

oleh jenis-jenis yang tidak menggugurkan daun (*non-deciduous species*), yang merupakan pesaing bagi jati, baik akar maupun tajuk. Di daerah dengan curah hujan yang tinggi dan tersebar merata sepanjang tahun, jati juga tidak dapat berkembang baik karena hadirnya jenis-jenis pesaing tersebut (Simon, 1993).

Jati (*Tectona grandis* L.f.) adalah salah satu spesies kayu keras tropis yang bernilai ekonomi tinggi karena kualitasnya, baik daya tahan dan keindahan tekstur (Sadono dkk., 2014). Kayu jati memiliki berat jenis 0,62-0,82; kelas awet II; kelas kuat II; gubal berwarna putih kelabu setebal 5 cm; teras berwarna coklat-kuning atau coklat abu-abu; muka kayu agak mengilat dan licin; tekstur agak kasar dengan serat yang lurus atau berpadu; termasuk kayu dengan kekerasan sedang; daya kembang susut kecil; serta mudah sekali dikerjakan (Samingan, 1982).

Pertumbuhan merupakan penambahan ukuran besar jaringan baru dan dapat juga diukur dengan penambahan berat dan ukuran fisiknya. Suatu tanaman dikatakan tumbuh apabila aktivitas fisiologis terjadi pada berbagai macam daerah meristematik seperti pada pucuk, ujung akar serta kambium primer dan sekunder pada tanaman (Daniel dkk., 1979). Pertumbuhan tanaman merupakan hasil akhir interaksi dari bermacam-macam proses fisiologi pada kehidupan tanaman (Kramer dan Kozlowski, 1979). Keberhasilan pertumbuhan suatu tanaman tergantung pada efisiensinya dalam memproduksi karbohidrat melalui proses fotosintesis dan kemampuannya untuk merubah karbohidrat sederhana menjadi jaringan-jaringan baru (Kramer dan Kozlowski, 1979).

Pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam yaitu faktor yang berasal dari dalam pohon itu sendiri (sifat genetik), seperti umur pohon, dan sifat fisiologis pohon. Sedangkan faktor luar adalah faktor-faktor lingkungan berupa kondisi tanah dan iklim (Daniel dkk., 1979). Prinsip-prinsip pertumbuhan pohon umumnya bersifat fisiologis, tetapi prinsip tersebut harus diinterpretasikan dalam kerangka ekologis (*ekofisiologi*). Proses-proses fisiologis yang dimaksud yaitu fotosintesis, respirasi, translokasi, dan penyerapan air dan unsur hara. Oleh karena itu pertumbuhan tanaman tertentu di dalam hutan tergantung pada kemampuannya dalam lingkungan tertentu, karena lamanya proses fisiologis ini sangat mencirikan kemampuan relatif tanaman untuk tumbuh dan berkembang dalam lingkungannya.

Pertumbuhan terjadi secara simultan dan dapat diukur dengan berbagai parameter seperti pertumbuhan diameter, tinggi, luas tajuk, volume dan sebagainya (Davis dan Jhonson, 1987). Pola pertumbuhan tanaman atau tegakan dinyatakan dalam bentuk kurva pertumbuhan yang merupakan hubungan fungsional antara sifat tertentu tegakan. Perkembangan tanaman selama daurnya mengikuti 3 tahapan, yaitu tahap pertumbuhan eksponensial, tahap pertumbuhan mendekati linier, dan pertumbuhan asimptotis (Davis dan Jhonson, 1987). Pada fase pertumbuhan eksponensial perkembangan variabel tinggi dan *diameter at breast height* (DBH) tanaman seringkali bersifat linier, sehingga penambahan tinggi akan selalu diikuti dengan perkembangan DBH tanaman. Di sisi lain DBH dan tinggi merupakan ukuran inventarisasi yang penting untuk menduga volume pohon sebagai *output* dari pengelolaan hutan yang diharapkan dapat menghasilkan volume yang tinggi per satuan luasnya (Faridah dan Widiyatno, 2011).

Pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi faktor iklim. Salah satu faktor iklim yang sangat berpengaruh adalah curah hujan, karena curah hujan yang memadai akan mampu memenuhi kebutuhan air bagi tanaman dan sebagai pelarut unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Potensi air dapat menjadikan volume sel bertambah besar akibat dari pengambilan air oleh sel yang kemudian merenggangkan dinding sel. Dinding sel dan plasmalema mengembang sedikit demi sedikit melalui aktivitas metabolik sel, dan pada setiap pemelaran, air akan masuk ke dalam sel untuk mengisi ruang yang kosong (Kramer dan Kozlowsky, 1979).

Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman adalah tanah. Profil tanah, yaitu penampang vertikal tanah, terdiri dari lapisan tanah (*solum*) dan lapisan bahan induk. (Hardjowigeno, 1993). *Solum* tanah merupakan salah satu indikator kesuburan tanah berdasarkan sifat fisiknya. Sifat fisik tanah bertanggung jawab atas peredaran udara, unsur hara, air, dan zat terlarut melalui tanah (Jayadinata, 1992).

Solum (ketebalan tanah) memainkan peranan yang sangat penting dalam bidang kehutanan dan juga perkebunan tanaman keras, solum yang tebal (> 70 cm) akan menjamin pasokan unsur hara bagi tanaman, biarpun tanahnya miskin unsur hara karena akan terjadi daur ulang (*recycling*). Sayangnya lahan di Wanagama I sebagian besar memiliki solum yang sangat dangkal/tipis secara umum berkisar < 10-20 cm dan berbatu (Litnic Troporten atau Lithosol dan atau Rendoll Litnic Rendzinas (FAO/UNESCO,1977) atau Entisols (Soil Survey Staff, 1990 dalam Supriyo, 1994).

Menurut Hardjodarsono (1984) syarat tumbuh tanaman jati lebih menitikberatkan terhadap keadaan sifat fisik tanahnya dari pada sifat kimia maupun sifat biologi tanah. Jati hanya dapat tumbuh baik pada tanah-tanah yang *doorlatend* tetapi tidak terlalu kering, melainkan tanah dengan kondisi agak basah (*fris*) dengan aerasi baik. Pertumbuhan jati akan kurang baik jika tanahnya semakin kering (pasir) dan aerasinya buruk (*sware mergel of sandgronden*). Demikian pula pada tanah dengan kedalaman solum dangkal atau kurang dalam maka pertumbuhannya juga akan terhambat.

Jarak tanam memiliki pengaruh yang besar pada pengembangan tegakan, bentuk pohon, tingkat pertumbuhan dan dapat mempengaruhi nilai dan daya jual dari produk kayu (Ola-Adam, 1989). Jarak tanam juga dapat mempromosikan awal penutupan kanopi untuk mengendalikan pertumbuhan gulma, mengurangi percabangan besar (TBBC) dan mengoptimalkan produksi kayu (Ola-Adam, 1989). Jarak tanam berkaitan erat dengan pertumbuhan individu pohon dan membentuk kualitas kayunya (Sadono et.al, 2014). Selain itu proyeksi kanopi berkaitan erat dengan kebutuhan individu pohon akan ruang tumbuh secara horizontal (Sadono dkk., 2014). Jarak tanam dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan pohon di mana ruang tumbuh di hutan monokultur jati diperlukan untuk mengendalikan persaingan antar individu untuk mendapatkan cahaya dan memberikan ruang untuk sistem perakaran (Sadono dkk., 2014). Selain itu, ruang tumbuh berkorelasi kuat dengan proses fisiologis setiap pohon individu dalam memproduksi kayu (Baldwin dkk., 2000; Perez dan Kanninen, 2005).

Pada pertanaman monokultur dengan materi genetik yang bervariasi, jarak tanam serta tapak (tanah) sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman yang mengakibatkan dimensi pohon juga berbeda. Pada Jati yang bervariasi secara genetik, jarak tanam memiliki hubungan yang sangat positif dengan pertumbuhan diameter dan hubungan negatif yang sangat kuat dengan volume basal area (Ola-Adam, 1989). Uji jarak tanam dilakukan untuk mengetahui jarak yang dibutuhkan jati yang ditanam untuk melakukan pertumbuhan secara optimal (Ola-Adam, 1989) dan memfasilitasi masyarakat sekitar hutan untuk menanam lahan hutan dengan tanaman pertanian.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada tegakan Jati JPP Perhutani pada 3 lokasi yang berbeda, yaitu di KPH Ngawi, KPH Randublatung dan KPH Cepu, dengan jarak tanam yaitu 3m x 3m, 6m x 2m, 8m x 2m dan 10m x 2m. Penelitian ini mengambil data tanaman Hutan Jati Klon Unggul (JPP Perhutani) umur 6 tahun (tahun tanam 2011) dengan parameter yang diamati, yaitu tinggi tanaman, diameter, tinggi batang bebas cabang (TBBC) dan lebar tajuk. Tinggi tanaman jati diukur dengan menggunakan hagameter, tinggi tanaman diukur dari pangkal batang sampai ujung tertinggi. Sedangkan diameter tanaman diukur dengan menggunakan *phi band* (*diameter tape*), pada ketinggian 1,3m dari permukaan tanah (Diameter at Breast Height=*DBH*). Lebar tajuk diukur dengan mengukur proyeksi tajuk di permukaan tanah pada ke 4 sisi arah mata angin (Utara, Selatan, Timur dan Barat) dengan menggunakan pita meter. Data yang diperoleh akan dianalisis dengan analisis of varian (Anova) dengan software SPSS IBM versi 21.

**Tabel 1.** Jarak tanam, jumlah pohon/ha dan jumlah blok penelitian

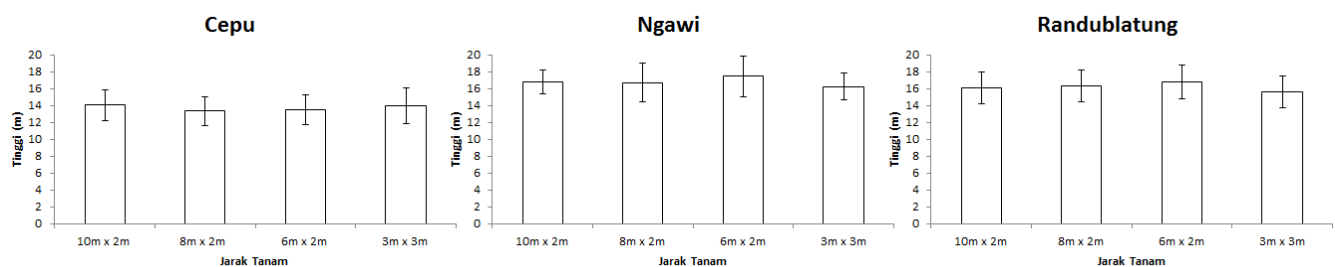
Jarak tanam	Jumlah pohon/hektar	Jumlah Blok
10 m x 2 m	500	4
8 m x 2 m	625	4
6 m x 2 m	833	4
3 m x 3 m	1.111	4

Jumlah pohon yang diukur pada masing-masing lokasi: Cepu = 1001 pohon, Ngawi = 955 pohon dan Randublatung = 1408 pohon

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman jati pada ketiga lokasi yaitu: Cepu secara berturut turut dari jarak tanam terlebar (10m x 2m) yaitu 14, 06 m, 13, 32 m, 13, 51 m dan 14, 00 m sedangkan lokasi di Ngawi yaitu 16,77 m, 16,67m, 17, 48m dan 16, 26m. Sementara itu di Randublatung tercatat tingginya dengan jarak tanam 10m x 2m adalah 16,03m, 16.31m (8m x 2m), 16,79m dan 15,64m. Pada lokasi Cepu dan Ngawi, tertinggi adalah pada jarak tanam terlebar sedangkan pada Randublatung tertinggi pada jarak tanam 6m x 2m. Jika ketiga lokasi dibandingkan maka rerata tertinggi adalah di lokasi Ngawi, namun secara umum di masing-masing lokasi perbedaan tingginya tidak berbeda secara signifikan (Gambar 1).



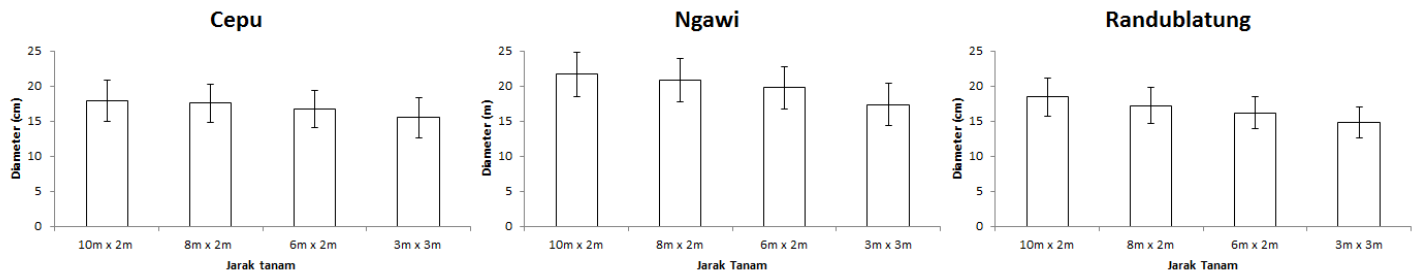
**Gambar 1.** Tinggi jati klon unggul umur 6 tahun pada 3 lokasi

Semakin lebar jarak tanam maka tanaman semakin rendah jika dibandingkan dengan tanaman yang ditanam rapat (Aphalo dan Rikala, 2003). Tinggi tanaman jati yang diteliti lebih tinggi bila dibandingkan dengan hasil yang pernah dilakukan pada jati di Ciamis berumur 5 dan 10 tahun pada jarak tanam 3mx3m (Hadiyan, 2008) dimana rerata pertumbuhan tinggi mencapai 11.23 m (5 tahun) dan setinggi 14,98 m (10 tahun).

Penelitian yang dilakukan oleh Adinugraha dan Pudjiono (2014) mendapatkan data tinggi sebesar 12,38m pada uji klon jati berumur 10 tahun di Wonogiri. Sedangkan Hadiyan (2008) mengukur jati uji keturunan di Ciamis dengan tinggi tanaman sebesar 11,23 m (5 tahun) dan 14,98 m (10 tahun). Jika dibandingkan dengan hasil penelitian ini maka lokasi di Ngawi dan Randublatung memiliki pertumbuhan yang jati yang melebihi dari pertumbuhan jati di Wonogiri dan Ciamis meskipun umurnya lebih tua.

### Diameter

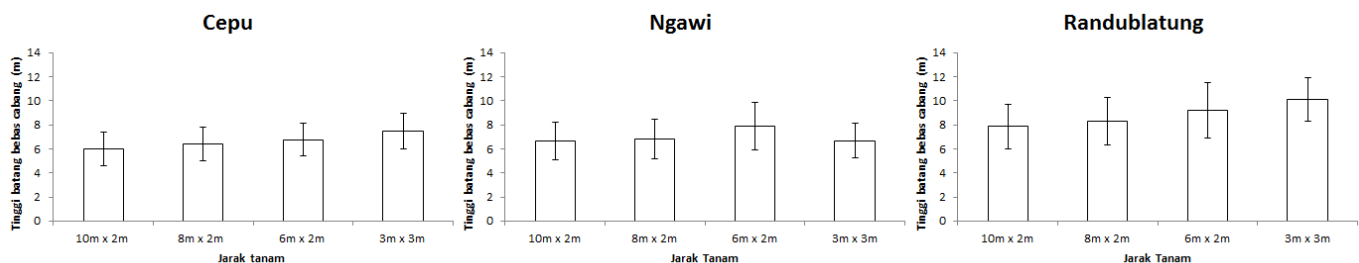
Di lokasi Cepu tercatat bahwa diameter klon jati unggul terbesar adalah pada jarak tanam terlebar (17,94 cm) sedangkan terkecil pada jarak tanam terpendek (3m x 3m) yaitu sebesar 15,51cm. Pada lokasi Ngawi tercatat bahwa diameter terbesar pada jarak tanam 10m x 2m yaitu sebesar 21,64 cm sedangkan terkecil pada jarak tanam 3m x 3m. Demikian pula di Randublatung tercatat diameter terbesar pada jarak tanam 10m x 2m sedangkan terkecil pada jarak tanam 3m x 3m yaitu sebesar 14,80 cm. Pada ketiga lokasi terdapat tren yang sama bahwa semakin lebar jarak tanam maka semakin besar ukuran diameter klon jati unggul (Gambar 2.)



**Gambar 2.** Diameter Jati klon unggul umur 6 tahun pada 3 lokasi

### Tinggi batang bebas cabang

Tinggi batang bebas cabang yang tercatat pada ketiga lokasi menunjukkan tren yang nyata di Cepu dan Randublatung yaitu semakin rapat jarak tanam maka semakin tinggi TBBC nya. Secara rinci untuk masing-masing lokasi yaitu di Cepu, tercatat jarak tanam 10m x 2m mempunyai TBBC yang paling rendah (6,01m) jika dibandingkan dengan jarak tanam yang lebih lebar, TBBC tertinggi pada jarak tanam 3m x 3m (7,46m). Sedangkan di Ngawi tercatat bahwa TBBC tertinggi pada jarak tanam 6m x 2m sebesar 7,87 m sedangkan terendah pada jarak tanam 10m x 2 m yaitu setinggi 6,66m. Di lokasi Randublatung tercatat TBBC tertinggi pada jarak tanam 3m x3m setinggi 10,13m sedangkan terendah pada jarak tanam 6m x 2m yaitu setinggi 7,85 m (Gambar 3.)

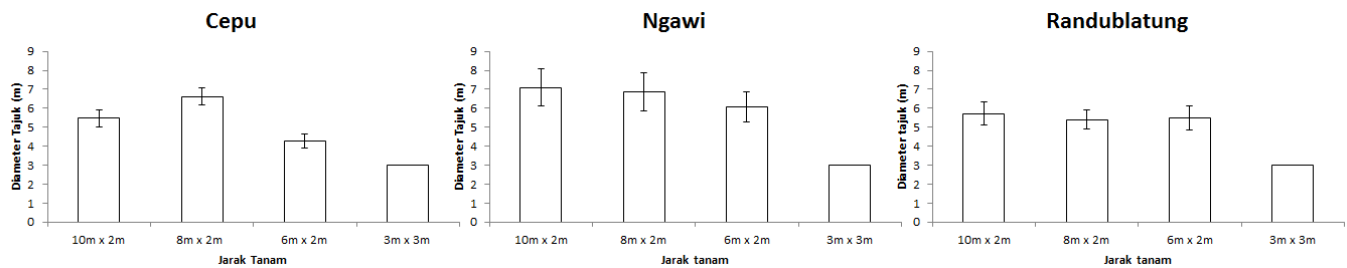


**Gambar 3.** Tinggi batang bebas cabang (TBBC) jati Klon Unggul pada 3 lokasi

Penelitian oleh Adinugraha dan Pudjiono (2014) mencatat bahwa TBBC klon jati umur 10 tahun di Wonogiri setinggi 4,22m. Jika dibandingkan dengan ke tiga lokasi maka jati klon unggul mempunyai TBBC lebih tinggi meskipun umurnya lebih muda. Adanya tren bahwa semakin rapat jarak tanam maka semakin tinggi TBBC karena tanaman berkompetisi untuk mendapatkan sinar matahari yang terbatas sehingga mengalami pruning alami yaitu meluruhkan cabang-cabang bagian bawah yang tidak banyak mendapatkan cahaya matahari untuk proses fotosintesis.

### Diameter tajuk

Diameter tajuk menunjukkan tren yang nyata bahwa semakin lebar jarak tanam maka semakin lebar pula diameter tajuknya. Di Cepu tercatat jarak tanam terlebar adalah 5,47 m (10m x 2m) sedangkan terpendek adalah 3,00 m (3m x3m), di Ngawi terlebar adalah sebesar 7,10m(10m x 2m) sedangkan terendah adalah 3,00 m (3m x3m) sedangkan di Randublatung terlebar sebesar 5,72 sedangkan terpendek adalah 3,00m (Gambar 4).



**Gambar 4.** Diameter tajuk klon jati unggul berdasarkan jarak tanam pada 3 lokasi

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini antara lain yaitu bahwa :

1. Jarak tanam tidak tampak mempengaruhi tinggi Jati klon unggul di ke 3 lokasi, hal ini kemungkinan karena tinggi sangat dipengaruhi oleh kesuburan tanah pada masing-masing tapak tempat jati tersebut tumbuh.
2. Jarak tanam yang lebar membuat Jati yang ditanam mempunyai diameter lebih besar, semakin lebar jarak tanam (10m x 2m) tanaman jati klon unggul mampu mengalami pertumbuhan diameter yang lebih baik jika dibandingkan dengan jarak tanam yang lebih rapat.
3. Diameter tajuk jati klon unggul pada umur 6 tahun pada jarak tanam 3m x 3m telah mencapai maksimal karena tajuk telah tertutup rapat sedangkan jarak tanam 6m x 2 m hamper mencapai maksimal, hanya tersisa beberapa ruang yang masih dapat dilalui oleh sinar matahari.
4. TBBC lebih tinggi pada jati yang ditanam dengan jarak tanam lebih rapat (3m x 3m) karena jati klon unggul mengalami *pruning* atau peluruhan abang bagian bawah secara alami.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adinugraha HA, Pudjiono S. (2014). Evaluasi Pertumbuhan Tanaman Uji Klon Jati Pada Umur 10 Tahun Di Wonogiri, Jawa Tengah. *Jurnal Hutan Tropis*. Volume 2 No2.
- Aphalo P, Rikala R. (2003). Field performance of silver-birch planting-stock grown at different spacing and in containers of different volume. *New Forests* 25: 93–108. *Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands*.
- Baldwin Jr, V.C., K.D. Peterson, A. Clark III, R.B. Ferguson, M.R. Strub, D.R. Bower, (2000). The effects of spacing and thinning on stand and tree characteristics of 38-year-old loblolly pine. *Forest Ecology and Management*, 137(1): 91-102.
- Daniel, T.W., J.A. Helms and F.S. Baker. (1979). *Principles of silviculture*, 2nd Edn. McGraw-Hill, New York, 500 p
- Davis dan Johnson, J. (1987). *Eucalyptus pellita* Wild. Forest Scientist and Consultants. Australia.
- Faridah E dan Widiyatno. (2011). Laporan Akhir Tahun III: Uji Klon Jati. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
- Hadiyan, Y. (2008). Evaluasi pertumbuhan uji keturunan jati (*Tectona grandis* Linn.f) pada umur 5 dan 10 tahun di KPH Ciamis Perum Perhutani Unit III Jawa Barat. Thesis S2. Fakultas Kehutanan UGM. Tidak dipublikasikan
- Hardjodarsono. (1984). Jati. Cetakan ke-6. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
- Hardjowigeno, S. (1987). *Ilmu Tanah*. PT. Mediatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Jayadinata, DT, (1992). *Tata Guna Tanah Dalam Perencanaan Pedesaan, Perkotaan, dan Wilayah*. ITB, Bandung.
- Kramer PJ. Dan Kozlowsky TT.(1979). *Physiology of woody plants*. Academic Press.

- Na'iem, M. (2009). "Membangun Hutan Jati Prospektif". 101 karya Inovasi Indonesia Paling Prospektif. Departemen Ristek melalui Bussiness Innovation Centre, Jakarta.
- Ola-Adam, BA.(1989). Influence of Spacing on Growth and Yield of *Tectona grandis* Linn. F. (Teak) and *Terminalia superba* Engl. & Diels (Afara). Journal of Tropical Forest Science 2 (3): 180-186
- Perez, D., M. Kanninen, (2005). Effect of Thinning on stem form and wood characteristics of teak (*Tectona Grandis*) in a humid tropical site in Costa Rica. Silva Fennica, 39(2): 217-225.
- Sadono R, Nirwanawati A, Murdjoko A, Santosa AB, Rachman I. (2014). Growing Space Estimation of Teak Through Dominant Family Approach at Progeny Trial in Ngawi Forest District. *Advances in Environmental Biology*, 8 (5): 1890-1896
- Samingan T. (1982). Dendrologi. Gramedia Jakarta
- Supriyo, H. (1994). *Hubungan Antara Beberapa Sifat Fisik dan Kimia Tanah dengan Tinggi dan Diameter Tanaman Jati Umur 2 Tahun*. Laporan Akhir DPP UGM, No : UGM/7938/M/09/01. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.